

### Выводы

Результаты экспериментальных исследований показали, что при низкотемпературной конвективной сушке влагосодержание сушильного агента существенно влияет на скорость процесса. Использование принудительного снижения парциального давления водяного пара в сушильном агенте позволяет на 25 % сократить время сушки.

Для интенсификации процесса обезвоживания термолабильных материалов при низких температурах посредством регулирования влагосодержания сушильного агента целесообразно использовать парокompрессионный тепловой насос. К тому же по сравнению с традиционными конвективными сушилками технология сушки с тепловым насосом обеспечивает снижение удельных энергозатрат 1,3–1,5 раза и является экологически чистой.

### Литература

1. *Advances in Food Dehydration* / [Edited by Cristina Ratti]. – CRC Press, 2009.
2. Снежкін Ю.Ф. Використання теплових насосів в процесах сушіння / Ю.Ф. Снежкін, Д.М. Чалаєв, В.С. Шаврин, Р.О. Шапар, О.О. Хавін, Н.О. Дабіжа // Промышленная теплотехника. – 2006. – Т. 28, № 2. – С. 106-110.
3. Снежкин Ю.Ф. Эффективность применения тепловых насосов в процессах конвективной сушки / Ю.Ф. Снежкин, Д.М. Чалаев, В.С. Шаврин, Н.А. Дабига, К.А. Гатиллов // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – 2007. – Вип.30. – Т.1. – С.185–189

УДК 663.938 – 027.332:620.91

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОФЕЙНОГО ШЛАМА

Перетяка С.Н. канд. техн. наук, доцент  
Одесская национальная академия пищевых технологий

*В статье рассмотрены перспективы использования пеллет. Показаны тенденции производства пеллет в развитых странах и в Украине. Представлены результаты исследования энергетических характеристик кофейного шлама: температура сгорания, остаток после сгорания, теплота сгорания и др. Рассмотрены достоинства и недостатки пеллет из кофейного шлама.*

*The perspectives of using the pellets are considered in the paper. Tendencies of pellet production in developed countries and Ukraine has been shown. The results of coffee sludge energy characteristics (burnout temperature, residue after burning, combustion heat etc.) research has been shown. Advantages and disadvantages of coffee sludge pellets has been considered.*

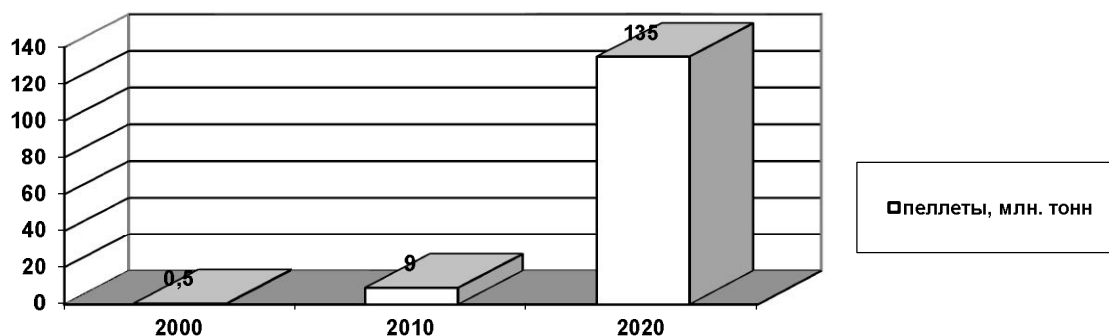
**Ключевые слова:** биотопливо, пеллеты, теплота сгорания.

В мире уже давно существует стойкий интерес к использованию биотоплива. В США и Европейском Союзе применение биотоплива поддерживается на государственном уровне. Так расходы федерального бюджета США на разработку альтернативных видов энергии составляют 42% от общего объема расходов на энергетику. Существуют четыре основных направления производства биотоплива: биоэтанол, биодизель, биогаз и пеллеты. Для получения двух первых видов (биоэтанол и биодизель) необходимо использовать сельскохозяйственные земли, что приведет к дефициту продовольствия и дальнейшей деградации грунта. Таким образом, попытка решения энергетической проблемы приведет к появлению новых проблем, а именно социальной (нехватка продовольствия) и экологической (земля истощается посевами рапса). Биогаз и пеллеты получают в результате переработки отходов, что решает не только проблему с обеспечением энергоносителями, но экологическую (утилизация отходов), кроме того, не влияет на рынок продовольствия [1-3].

С экономической точки зрения, более привлекательным является производство пеллет:

- незначительные капитальные затраты;
- быстрая прибыль за счет сбережения традиционных энергоносителей;
- возможность использования пепла в виде удобрений;
- уменьшаются расходы на транспортировку и утилизацию отходов;
- не оказывается вредное воздействие на окружающую среду.

Перечисленные достоинства объясняют сложившуюся тенденцию производства пеллет в Европе (рисунок 1).

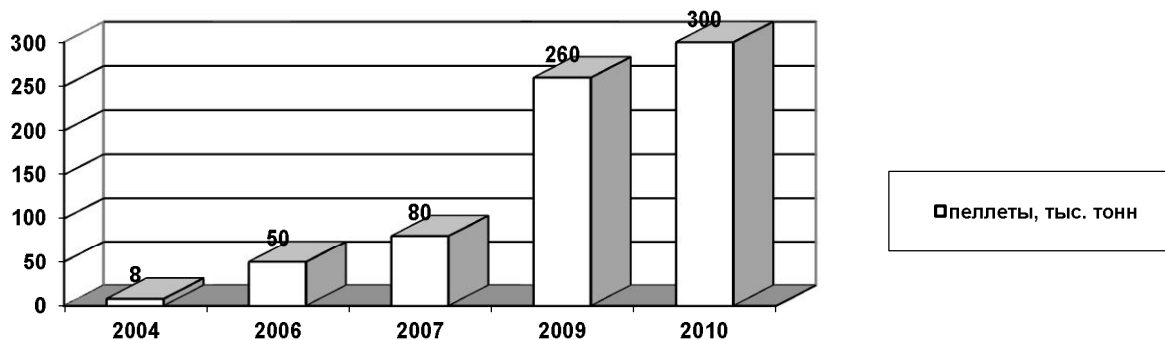


**Рис. 1 – Производство пеллет в ЕС**

Европейский рынок пеллет можно поделить на четыре части:

1. Выработка электроэнергии: страны Бенилюкса, Великобритания.
2. Выработка тепловой энергии: Германия, Австрия, Италия.
3. Комбинированное использование: Швеция, Дания, Польша.
4. Использование для отопления в частном секторе.

Прогнозируется, что в 2020 году потребление пеллет в Европе для выработки электроэнергии будет составлять 60%, промышленное и центральное отопление жилья – 25% и в частном секторе – 15%. Необходимо отметить, что европейцы используют почти 100% отходов, как деревопереработки, так и лесозаготовки. В Украине по самым оптимистическим прогнозам используется не более 25%. Успехи Украины в производстве пеллет тоже не впечатляют, так в 2004 году работало только 2 завода, которые производили 8000 т. Однако устойчивый спрос в странах ЕС стимулирует отечественных производителей (рисунок 2).



**Рис. 2 – Производство пеллет в Украине**

Альтернатива древесным пеллетам – это агропеллеты, сырьем для производства, которых являются лузга риса, стебли кукурузы, солома пшеницы, биомасса подсолнечника, бытовые отходы, торф, кора древесная, лузга гречки, лузга подсолнечника, лигнин гидролизный. У агропеллет отсутствуют недостатки, которые характерны первичному сырью: высокая зольность, низкая теплота сгорания, малая прочность, незначительная плотность. Помимо перечисленного потенциального сырья, можно добавить отходы пищевых производств, в частности кофейный шлам. На данный момент, кофейный шлам, образующийся в результате производства растворимого кофе, не используется. Предприятия несут затраты на его транспортировку и на захоронение на мусорных свалках. Предложена схема переработки шлама на топливо [4], которая предполагает непосредственное сгорание сухого шлама или изготовление из него брикетов или пеллет. По расчетам на 1 тонну порошка растворимого кофе приходится 8 т влажного шлама или 2,4 т сухого.

Состав кофейного шлама следующий [4]:

- масло кофе – 7 – 12%
- целлюлоза и лигнин – 60 – 75%
- кофеоль – 3 – 5%
- белки – 5 – 7%

Наличие целлюлозы, лигнина и масла дает возможность предположить, что шлам действительно может быть использован в виде топлива. Поэтому были проведены экспериментальные исследования для изучения процесса горения шлама и его энергетических характеристик. В результате проведенных опытов установлено:

1. Шлам горит.
2. Шлам в виде порошка при естественной тяге горит неустойчиво, зольный остаток до 30%, горение сопровождается искрами и дымом.
3. Гранулированный шлам при тех же условиях горит устойчиво, без дыма и искр, зольный остаток минимальный.
4. Размеры гранул такие же, как у пеллет (диаметр 8 мм, длина 40 мм).

Полученные энергетические характеристики гранул шлама представлены в таблице 1. Сравнение полученных гранул из кофейного шлама с традиционными пеллетами из древесины и гранул из лужки подсолнечника [5] позволяет говорить о конкурентоспособности первых.

Главным отличием полученных нами гранул является низкая плотность, что уменьшает транспортное плечо, снижает их прочность и повышает гигроскопичность. Поэтому дальнейшим направлением исследований будет уплотнение кофейных гранул, что позволит устранить перечисленные недостатки. Кроме того, известно, что получение комбинированных пеллет или брикетов, состоящих из нескольких компонентов (каменный уголь и древесные опилки, торф и лужка подсолнечника) позволяет улучшить энергетические характеристики, прочностные показатели и условия горения [6, 7].

**Таблица 1 – Характеристика традиционных пеллет и гранул из кофейного шлама**

Параметры	Гранулы из кофейного шлама	Пеллеты	Гранулы из лужки подсолнечника
Температура воспламенения, °С	390	200 – 217	-
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	680 – 700	1250 – 1300	550 – 600
Равновесная влажность, %	9,2 – 12,5	< 10	6,8
Теплота сгорания, МДж/кг	17 – 19	19,5	19,32
Остаток после сгорания, %	2,9 – 3,2	0,5 – 1,5	1,0 – 3,0
Размеры, мм (диаметр, длина)	8, 40	4 – 10, 20 – 50	8 – 10, 8 – 25

На основе проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. В развитых странах интенсивно разрабатываются и внедряются технологии связанные с пеллетами или брикетами.
2. Тенденции, которые существуют в мире не обойдут Украину, поэтому необходимо разрабатывать технологии производства пеллет.
3. Агропеллеты необходимо рассматривать с одной стороны как еще один источник энергии для пищевых предприятий, а с другой как возможность утилизации отходов.
4. Уплотнение полученных пеллет из кофейного шлама позволит повысить их качество.
5. Наиболее перспективным направлением дальнейших исследований является разработка комбинированных гранул, пеллет или брикетов.

#### **Література**

1. Перетяка С.Н. Перспективы биотоплива в Украине // Наукові праці ОНАХТ – Одеса: 2010. – Вип.37, С. 203 – 206.
2. Маляренко В.А., Яковлев А.И. Возобновляемые энергоресурсы – основа альтернативной энергетики// Ежеквартальный научно-технический журнал «Интегрированные технологии и энергосбережение» №2. – 2008. – С.29-32.
3. Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії: Монографія / О. Адаменко, В. Височанський, В. Лютко, М. Михайлів – Івано-Франківськ: ІМЕ. – 2001. – 432 с.
4. Бурдо О.Г. Процеси переробки шламу в технологіях виробництв розчинної кави / Бурдо О.Г., Терзієв С.Г., Шведов В.В., Ружицька Н.В. // Наукові праці ОНАХТ – Одеса: 2010. – Вип.37, С. 252 – 255.

5. Слюсаренко В.В. Комплект оборудования для производства твердого биотоплива (пеллет из лузги подсолнечника) // Problemele energeticii regionale – Chisinau: 2010. – № 2 – С. 61 - 64
6. Корінчук Д.М. Дослідження впливу технологічних факторів брикетування та параметрів компаундування на якісні показники композиційного торфодеревинного палива // Відновлювана енергетика. – 2009 – №1. – С. 63 – 70.
7. Снежкін Ю.Ф. Розробка енергоефективного палива на торф'яній основі / Ю.Ф. Снежкін, Д.М. Корінчук, Л.Й. Воробйов, О.О. Хавін // Промышленная теплотехника. – 2006. – т. 28, №2 – С. 41 – 46.

УДК 664.012.3:005.584.1.

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЦЕХА РОЗЛИВА

**Коротнян А.Н., студент, Бурдо О.Г., д.т.н., профессор  
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса**

*В работе рассмотрены проблемы потребления энергии в процессе пастеризации вина, и кондиционирования помещения цеха розлива. Предложены пути совершенствования энерготехнологий посредством внедрения теплонасосного оборудования вместо классического парового оборудования. Рассмотрены схемы регенерации холода установки для охлаждения воздуха цеха. Проведен сравнительный анализ потребления теплоты при различных способах пастеризации, и предложены схемы модернизации установки.*

*In the given work has been considered the problem of consumption of a considerable quantity of energy in the course of wine pasteurization, and also air-conditioning of filling shop. Decision ways, by means of introduction heat pump the equipment instead of the classical steam equipment, and also installation of heat exchangers for cooling of air of filling shop. The comparative analysis of consumption of heat has been carried out at various ways of pasteurization, and has been offered schemes of modernization of installation.*

**Ключевые слова:** пастеризация, тепловой насос, комфорт, экономия.

Производство продуктов питания отличается высокой энергоемкостью. Актуальны поиски технических решений, которые позволяют снизить расходы энергии. В значительной степени это относится к процессам пастеризации, где энергетический КПД крайне низок.

В настоящее время многие задачи повышения энергетического КПД различных технологических комплексов удалось решить на основе высокоэффективных термодинамических систем – тепловых насосов [1]. В работе предлагаются два проекта. Один – это использование теплонасосных систем в режиме пастеризации вина. Второй – это рекуперация энергии холодного вина для системы кондиционирования воздуха в цеху розлива.

### **Режим пастеризации.**

В данном режиме работы ставится задача обеспечить технологический процесс производства вина, заменив паровую установку теплонасосным оборудованием и обосновать возможность её функционирования в данной установке.

Рассматривается паровой пастеризатор фирмы Zeit [2], производительностью 6500 бутылок в час. Время выдержки в горячем состоянии 5 минут, температура пастеризации в бутылках 55 °С, давление пара 20 атм. Пастеризатор построен по агрегатному принципу и состоит из нескольких соединённых между собой камер. Энергетическое обследование пастеризатора определило следующие тепловые нагрузки, которые необходимо обеспечить в разных зонах установке (рис.1). В основе расчётов уравнения тепловых балансов [3]:  $Q_B = G_B C_B (t_k - t_n)$ , где:  $Q_B$  – энергия, которую следует подвести (либо отвести);  $G_B$  – расход вина, кг/с;  $C_B$  – удельная теплоёмкость вина при данной температуре;  $t_k$   $t_n$  – соответственно, конечная и начальная температура на участке.